

[Claim(s)]

[Claim 1] A semiconductor module characterized by providing the
5 following:

A semiconductor chip used as a source of pyrexia which has the
1st parallel principal plane and the 2nd parallel principal
plane;

The 1st thermal-conductivity insulating substrate to which the
10 1st principal plane of this semiconductor chip is joined;

The 2nd thermal-conductivity insulating substrate to which the
2nd principal plane of this semiconductor chip is joined;

A conductor thermally conductively joining between this 1st
thermal-conductivity insulating substrate and this 2nd
15 thermal-conductivity insulating substrate; and

A heat sink joined by at least one of the two thermal-conductivity
insulating substrates in its side opposite to a side facing the
semiconductor chip.

20 [Claim 2] The semiconductor module according to claim 1, wherein
the heat sink includes a 1st heat sink joined to said 1st
thermal-conductivity insulating substrate, and a 2nd heat sink
joined to said 2nd thermal-conductivity insulating substrate.

25 [Claim 4] The semiconductor module according to claim 1,
wherein the semiconductor module has an electrode on at least
one of the 1st and 2nd principal planes,
wherein at least one side of said 1st thermal-conductivity

insulating substrate and said 2nd thermal-conductivity insulating substrate has a circuit pattern with which the electrode of this semiconductor chip is joined to this semiconductor chip side, and

5 wherein the circuit pattern is directly joined by an external electrode.

[Claim 6] The semiconductor module according to claim 1 or 5, wherein the conductor electrically joins a circuit pattern
10 formed in said semiconductor chip side of said 1st thermal-conductivity insulating substrate, and a circuit pattern formed in this semiconductor chip side of said 2nd thermal-conductivity insulating substrate possible.

15 [0011]... Then, for example, said semiconductor chip has an electrode at least in one side of said 1st principal plane and said 2nd principal plane, and at least one side of said 1st thermal-conductivity insulating substrate and said 2nd thermal-conductivity insulating substrate has the circuit
20 pattern with which the electrode of this semiconductor chip is joined to this semiconductor chip side, and the circuit pattern is connected with the external electrode with wire connection
[0012] Moreover, the circuit pattern can be connected with the external electrode without wire connection. Namely, an
25 external electrode is extended to be connected with the circuit pattern.....

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-164485

(P 2 0 0 2 - 1 6 4 4 8 5 A)

(43)公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H01L 23/42		H01L 23/42	5F036
23/40		23/40	F

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全5頁)

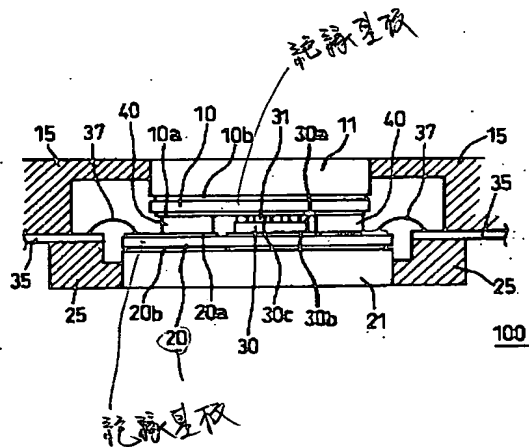
(21)出願番号	特願2000-361520(P 2000-361520)	(71)出願人	000003218 株式会社豊田自動織機 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(22)出願日	平成12年11月28日(2000.11.28)	(72)発明者	加藤 昌明 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会 社豊田自動織機製作所内
		(74)代理人	100081776 弁理士 大川 宏
		Fターム(参考)	5F036 AA01 BB08 BB21 BC06 BC22 BE06

(54)【発明の名称】半導体モジュール

(57)【要約】

【課題】半導体チップをその両面から効率的に冷却することができる半導体モジュールを提供する。

【解決手段】発熱源となる半導体チップ(30)の第1主面(30a)に接合される回路パターンを有する第1熱伝導性絶縁基板(10)と、その半導体チップの反対側に接合される回路パターンを有する第2熱伝導性絶縁基板(20)と、それらの第1熱伝導性絶縁基板と第2熱伝導性絶縁基板との間を熱伝導可能に接合する熱伝導体(40)と、第1熱伝導性絶縁基板と第2熱伝導性絶縁基板との少なくとも一方に設けられた放熱板と、を備えることを特徴とする半導体モジュール。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】平行な第 1 主面と第 2 主面とを有する発熱源となる半導体チップと、
該半導体チップの第 1 主面が接合される第 1 熱伝導性絶縁基板と、
該半導体チップの第 2 主面が接合される第 2 熱伝導性絶縁基板と、
該第 1 熱伝導性絶縁基板と該第 2 熱伝導性絶縁基板との間を熱伝導可能に接合する熱伝導体と、
該第 1 熱伝導性絶縁基板と該第 2 熱伝導性絶縁基板との少なくとも一方の、該半導体チップと反対側にある面に接合された放熱板と、
を備えることを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 2】前記放熱板は、前記第 1 熱伝導性絶縁基板に接合される第 1 放熱板と前記第 2 熱伝導性絶縁基板に接合される第 2 放熱板とからなる請求項 1 記載の半導体モジュール。

【請求項 3】前記半導体チップは、前記第 1 主面と前記第 2 主面との少なくとも一方に電極を有し、
前記第 1 熱伝導性絶縁基板と前記第 2 熱伝導性絶縁基板との少なくとも一方は、該半導体チップ側に該半導体チップの電極が接合される回路パターンを有し、
該少なくとも一つの回路パターンに外部電極がワイヤ接続されている請求項 1 記載の半導体モジュール。

【請求項 4】前記半導体チップは、前記第 1 主面と前記第 2 主面との少なくとも一方に電極を有し、
前記第 1 熱伝導性絶縁基板と前記第 2 熱伝導性絶縁基板との少なくとも一方は、該半導体チップ側に該半導体チップの電極が接合される回路パターンを有し、
該少なくとも一つの回路パターンに外部電極が直接接続されている請求項 1 記載の半導体モジュール。

【請求項 5】前記熱伝導体と前記外部電極とが一体となっている請求項 4 記載の半導体モジュール。

【請求項 6】前記熱伝導体は、前記第 1 熱伝導性絶縁基板の前記半導体チップ側に形成された回路パターンと前記第 2 熱伝導性絶縁基板の該半導体チップ側に形成された回路パターンとを電気導通可能に接合する導電体である請求項 1 または 5 に記載の半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体チップ（パワー MOSFET、IGBT 等）の発熱を効率的に放熱させることができる半導体モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】パワー MOSFET や IGBT 等の半導体チップは、大電流を制御する素子であるため、自己発熱が大きい。例えば、インバータ装置のインバータ回路等に使用される半導体モジュールの場合、半導体チップに数十～数百 A 程度の大電流が流れ、半導体チップは相

当大きな発熱を伴う。従って、このような半導体モジュールを製作する場合、その冷却性（放熱性）を十分高める必要がある。

【0003】そこで、従来の半導体モジュールでは、図 6 に示すように、熱伝導性の良い両面銅張りセラミック絶縁基板上に形成された銅パターン（回路パターン）と半導体チップの下面（下側の主面）とをハンダ等で接合すると共に、その絶縁基板の裏面（半導体チップの反対側）に形成された銅板面に放熱板（ヒートシンク）を接合し、半導体チップの発熱を両面銅張りセラミック絶縁基板を通じて放熱板から放熱させていた。なお、図 6 中のワイヤは、半導体チップの電極と絶縁基板の回路パターンとを接続するものであり、外部電極と半導体モジュールとの接続は、図示しないワイヤを介して行われている。

【0004】ところで、最近、半導体モジュールの小型化や高集積化が求められているため、従来の放熱構造では、十分な放熱を確保することが困難となりつつあり、特に、絶縁基板上に複数の半導体チップが搭載されたり、流れる電流量が増大すると、その傾向は一層顕著となる。このような観点から、半導体チップの両面から放熱を行わせて、半導体チップを効率的に冷却することが提案されている。例えば、特開平 5-326830 号公報や特開平 10-56131 号公報にそれに関する開示がある。しかし、前者の公報に記載のものでは、一方への放熱をゲルを介して行っているため、放熱性が好ましくない。また、後者の公報に記載のものでは、半導体チップを絶縁基板で挟み込んでいるに過ぎず、放熱経路が考慮されていないため、その放熱性が疑問である。また、両者とも、ゲルを必要としたり、絶縁基板上の銅パターンの延長を必要とするため、半導体モジュールの設計自由度が制限されてしまう。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、半導体チップの両主面からの放熱経路を確保して、半導体チップからの効率的な放熱を確保することができる半導体モジュールを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は、この課題を解決すべく鋭意研究し、試行錯誤を重ねた結果、半導体チップの両側に接合される熱伝導性絶縁基板の間に熱伝導体を設け、この熱伝導体を介して半導体チップの発熱を放熱板に効率的に導くことを思い付き、本発明の半導体モジュールを開発するに至ったものである。

【0007】すなわち、本発明の半導体モジュールは、平行な第 1 主面と第 2 主面とを有する発熱源となる半導体チップと、該半導体チップの第 1 主面が接合される第 1 熱伝導性絶縁基板と、該半導体チップの第 2 主面が接合される第 2 熱伝導性絶縁基板と、該第 1 熱伝導性絶縁

基板と該第 2 熱伝導性絶縁基板との間を熱伝導可能に接合する熱伝導体と、該第 1 熱伝導性絶縁基板と該第 2 熱伝導性絶縁基板との少なくとも一方の、該半導体チップと反対側にある面に接合された放熱板と、を備えることを特徴とする。

【0008】本発明の半導体モジュールによれば、半導体チップの発熱は、半導体チップの第 1 主面から第 1 熱伝導性絶縁基板へ、また第 2 主面から第 2 熱伝導性絶縁基板へと、熱伝達されることとなる。つまり、半導体チップの発熱は、その両面側から、各熱伝導性絶縁基板に放熱されていくこととなる。ここで、第 1 熱伝導性絶縁基板と第 2 熱伝導性絶縁基板とは、熱伝導体により熱伝導可能に接合されているため、両者の間に温度勾配があると、高温側から低温側に熱流が生じる。そして、第 1 熱伝導性絶縁基板と第 2 熱伝導性絶縁基板との少なくとも一方に放熱板が設けられているから、半導体チップで生じた熱は、その少なくとも一方の熱伝導性絶縁基板を介して放熱板に流れ込み、放熱板から放熱される。

【0009】従って、例えば、放熱板が第 1 熱伝導性絶縁基板側にのみ設けられているとしても、第 2 熱伝導性絶縁基板が半導体チップから受熱した熱は、熱伝導体を通して第 1 熱伝導性絶縁基板に伝達され、第 1 熱伝導性絶縁基板側に設けた放熱板から放熱されることとなる。このように、仮に放熱板が片側のみでも、半導体チップの発熱は放熱板から効率的に放熱され、半導体チップは両面から冷却されることとなる。そしてこの場合、放熱板が片側のみであるから、半導体モジュールやそれを使用した装置の小型化も図れることとなる。

【0010】

【発明の実施の形態】半導体モジュールに関する実施形態を挙げて本発明をより具体的に説明する。

(1) 本発明の半導体モジュールは、前記放熱板が、前記第 1 熱伝導性絶縁基板に接合される第 1 放熱板と前記第 2 熱伝導性絶縁基板に接合される第 2 放熱板とからなると、好適である。第 1 熱伝導性絶縁基板と第 2 熱伝導性絶縁基板との両側に、それぞれ、第 1 放熱板と第 2 放熱板とを設けることにより、半導体チップの放熱性向上を図れる。このとき、熱伝導体が両熱伝導性絶縁基板間に存在するため、両熱伝導性絶縁基板での温度勾配が均衡し易いことは勿論だが、放熱板を両側に設けることにより、半導体チップの両側が略対称な形態となり、半導体モジュール全体の温度分布も均衡し易くなり、熱歪み等も抑制される。

【0011】(2) 本発明の半導体モジュールは、半導体チップが作動してスイッチングや増幅等を行うものであるから、制御電極への電圧の印可や電流の入出力を行うために、熱伝導性絶縁基板上の回路パターンと外部電極とが接続されている必要がある。そこで、例えば、前記半導体チップは、前記第 1 主面と前記第 2 主面との少なくとも一方に電極を有し、前記第 1 熱伝導性絶縁基板

と前記第 2 熱伝導性絶縁基板との少なくとも一方は、該半導体チップ側に該半導体チップの電極が接合される回路パターンを有し、該少なくとも一つの回路パターンに外部電極がワイヤ接続される構成とすることができる。

【0012】また、ワイヤ接続に限らず、例えば外部電極を延長等して、前記半導体チップの電極が接合される、前記第 1 熱伝導性絶縁基板と前記第 2 熱伝導性絶縁基板との少なくとも一方に形成された回路パターンに、外部電極が直接接続されるようにしても良い。さらに、前記熱伝導体を利用して、この熱伝導体と前記外部電極とを一体構造としても良い。

【0013】(3) 本発明に係る半導体チップは、少なくとも一方の主面に電極を有すればよいから、一方の熱伝導性絶縁基板の片面にのみ、回路パターンを設け、回路パターンとその電極とを接続させて、その半導体チップを表面実装することも可能である。この場合、半導体チップの電極が接合されない熱伝導性絶縁基板には、回路パターンが必ずしも形成されている必要はないが、半導体チップとの接合を容易とし、また、熱伝達性を向上させるために、その熱伝導性絶縁基板の表面が金属箔等で覆われているか、その表面に回路パターンが形成されていると好ましい。

【0014】また、半導体チップの種類によっては、両主面に電極を有する場合が多く、第 1 熱伝導性絶縁基板と第 2 熱伝導性絶縁基板との各回路パターン上に、異なる半導体チップを上下対称に表面実装する場合もある。このような場合、第 1 熱伝導性絶縁基板の回路パターンと第 2 熱伝導性絶縁基板の回路パターンとの間で電気導通可能であると、好都合である。

【0015】そこで、前記熱伝導体が、前記第 1 熱伝導性絶縁基板の前記半導体チップ側に形成された回路パターンと前記第 2 熱伝導性絶縁基板の該半導体チップ側に形成された回路パターンとを電気導通可能に接合する導電体であると、両熱伝導性絶縁基板間の導通を簡易にしたりまたはコンパクトに達成することができる。

【0016】(4) なお、本発明に係る半導体モジュールに用いられる半導体チップは、その種類、規格、許容電流量等が限定されるものではない。また、上述してきた「第 1」、「第 2」という呼称は、便宜上のものに過ぎず、半導体チップ（特に、その電極）や放熱板との配置関係が制限されるものではない。

【0017】熱伝導性絶縁基板上に形成される回路パターンは、その長短が問題ではなく、半導体チップまたは熱伝導体を接合できるものであれば足る。また、回路パターンは、金属膜（板）により形成されておれば良く、銅パターンに限られるものではない。さらに、この回路パターンには、単に熱伝導性絶縁基板の表面が銅箔等で覆われているだけの場合も含む。

【0018】熱伝導体も、熱伝導性に優れるものであれば樹脂でも金属でもセラミックでも良いが、導電体とす

る場合は、熱伝導性と導電性に優れる金属製であることが好ましい。

【0019】放熱板も、熱伝導性や熱伝達性に優れるものが好ましく、例えば、アルミニウム合金等の軽合金製とすると、軽量でもあり、好適である。また、放熱板にフィン等を形成して、放熱面積を拡大させると、一層放熱性が向上して好ましい。この放熱板は、特別に設けた板状体である必要はなく、例えば、半導体モジュールを収納するケースやハウジングの壁面を利用したものでも良い。

【0020】熱伝導性絶縁基板は、その材質を問わないが、例えば、窒化アルミニウムからなるセラミックス製基板を利用すると、熱伝導性に優れ、さらに、両面に銅パターンが形成された両面銅張りセラミックス基板を利用すると、回路パターンの形成が用意であると共に、熱伝導性絶縁基板と、半導体チップや放熱板との接合が容易である。

【0021】

【実施例】以下に、本発明の半導体モジュールに係る実施例を挙げて、より詳細に本発明を説明する。本発明に係る第1実施例である半導体モジュール100は、三相誘導電動機（三相モータ）の駆動制御用のインバータ装置に使用されるものであり、図1および図2にその一相分のモジュールを示した。図1はその断面図であり、図2はその内部を示した斜視図である。

【0022】半導体モジュール100は、半導体チップ30と、その上下に配設された第1熱伝導性絶縁基板10および第2熱伝導性絶縁基板20と、さらにそれらの上下に配設された第1放熱板11と、第2放熱板21と、第1放熱板11および第2放熱板21と共に半導体モジュール100のケーシングを形成する第1支持体15と第2支持体25と、外部電極35とからなる。

【0023】半導体チップ30は、図上の上側に位置する第1主面30aに電極30cを備えるパワーMOSFETからなり、ゲートGへの印可電圧により、例えば、U相へ流れる電流量を制御することができる。なお、この等価回路を図3に示した。第1熱伝導性絶縁基板10と第2熱伝導性絶縁基板20とは、窒化アルミニウム製のセラミックス基板の両面に、0.5mm程度の銅板（膜）が貼着された両面銅張りセラミックス基板である。

【0024】第1熱伝導性絶縁基板10の半導体チップ30側にある面には、銅パターン（回路パターン）10aが形成されており、その銅パターン10aに半導体チップ30の電極30cが、ハンダボール31を用いて、ろう付け（ハンダ付け）されている。一方、第1熱伝導性絶縁基板10の反対側の面には、銅パターン10bが形成されており、その銅パターン10bの全面に第1放熱板11がハンダ付け（ろう付け）されている。第2熱

伝導性絶縁基板20の銅パターン20a、20bと、半導体チップ30や第2放熱板21との接合も同様である。なお、第1放熱板11と第2放熱板21とは、共にアルミニウム合金製である。さらに、アルミニウム合金製の導電体40が、第1熱伝導性絶縁基板10の銅パターン10aと第2熱伝導性絶縁基板20の銅パターン20aとに接合されており、両者間の熱伝導と電気伝導とを可能としている。

【0025】外部電極35もアルミニウム合金製であり、第1支持体15と第2支持体25とに挟持されつつケーシング内に延びている。そして、この外部電極35と第2熱伝導性絶縁基板20の銅パターン20aとがワイヤ37により接続される。これにより、半導体チップ30の電極30cと外部電極35とは、銅パターン10a、導電体40、銅パターン20aおよびワイヤ40を介して導通可能となる。

【0026】本発明に係る第2実施例である半導体モジュール200を図4に示す。第1実施例と同様の構成については、同じ符号を付した。半導体モジュール200は、外部電極235が第2熱伝導性絶縁基板20の銅パターン20aに直接ハンダ付けされており、ワイヤ37を省略したものである。

【0027】本発明に係る第3実施例である半導体モジュール300を図5に示す。第1実施例と同様の構成については、同じ符号を付した。半導体モジュール300は、外部電極335が第2熱伝導性絶縁基板20の銅パターン20aに直接ハンダ付けされると共に、第1実施例でいう導電体40を兼ね備えたものである。

【0028】

【発明の効果】本発明の半導体モジュールによれば、半導体チップをその両面から効率的に冷却することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の第1実施例の内部を示す斜視図である。

【図3】本発明の第1実施例に係る等価回路図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す断面図である。

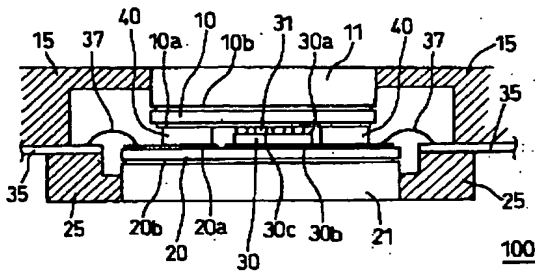
【図5】本発明の第3実施例を示す断面図である。

【図6】従来の半導体モジュールを示す断面図である。

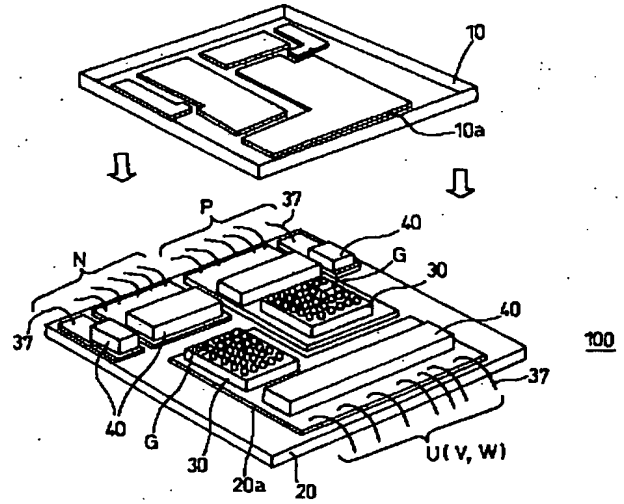
【符号の説明】

100、200、300	半導体モジュール
10	第1熱伝導性絶縁基板
20	第2熱伝導性絶縁基板
11	第1放熱板
21	第2放熱板
30	半導体チップ
35	外部電極
40	導電体

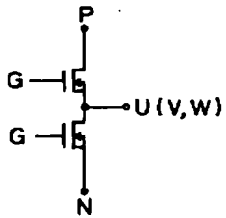
【図 1】



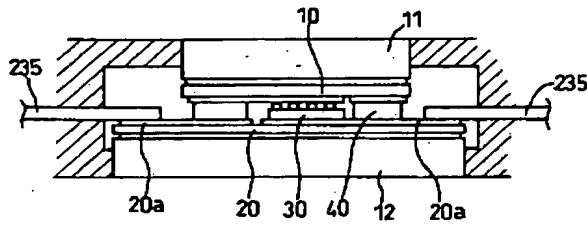
【図 2】



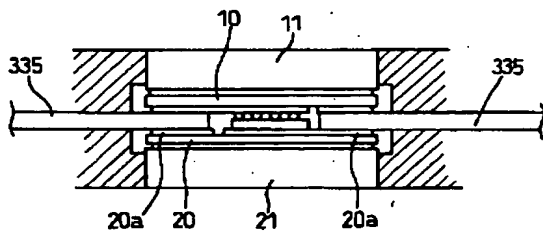
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

